

מבחן בקורס מבוא לתורת המצב המוצק (351.3217)

ד"ר חיים דימנט

יש לענות על שלוש שאלות מתוך הארבע.
 מותר שימוש בכל חומר עזר.
 משך המבחן שלוש שעות.

1. גביש fcc של נחושת הוא בעל קבוע שריג (קונבנציונלי) של 3.6 \AA .
 א. חשבו את וקטורי השריג ההפכי וזהו את סוג השריג ההפכי.
 ב. מהו אורך הגל המרבי אשר יתן מקסימום כלשהו בניסוי של פיזור קרני X?
 ג. בפיזור קרני X התקבלה אחת מטבעות המקסימום בזווית מפתח של $2\theta = 48^\circ$. לאחר חימום הגביש התקבלה אותה הטבעת בזווית של 44° . מהו קבוע השריג לאחר החימום?

2. נתון גביש יוני חד-ממדי המורכב מיונים בעלי מטען $(+e)$ ו- $(-e)$ לסרוגין.
 $e = 4.8 \times 10^{-10} \text{ esu} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ הוא מטען האלקטרון. המרחק בין שני יונים שכנים הוא a .

א. מצאו ביטוי עבור אנרגיית התאחיזה (קוהזיה) של הגביש פר זוג יונים, וחשבו את קבוע

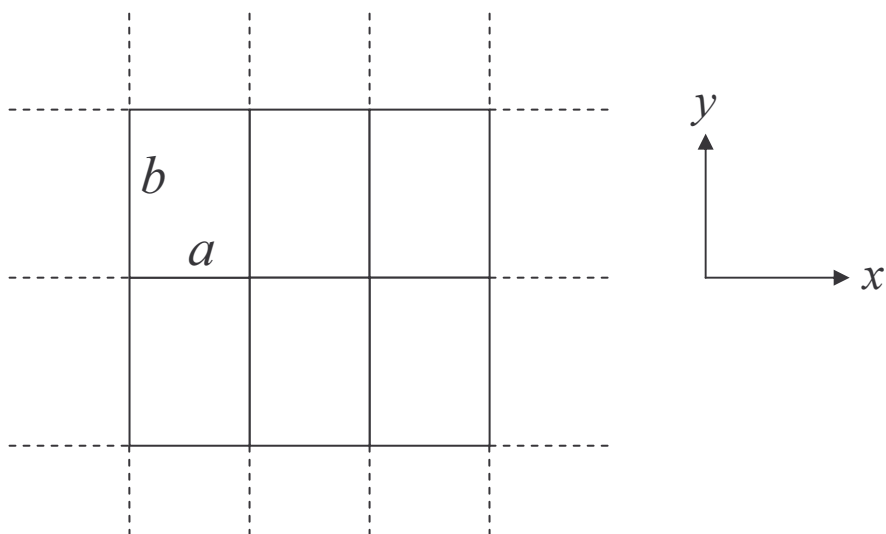
$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} - \dots \quad \text{עזר: } (\alpha)$$

- ב. בנוסף לאינטראקציה האלקטרוסטטית הניחו עתה כי קיים גם פוטנציאל דוחה מהצורה A/r^{12} בין שכנים קרובים בלבד. r הוא המרחק בין האטומים ונתון $A = 10^{-7} \text{ erg \AA}^{12}$.
 חשבו את מרחק שווי המשקל בין שכנים קרובים, כלומר את a .

3. נתון גביש מונו-אטומי במבנה קובי פשוט בעל קבוע שריג a ונפח V .
 א. כמה ענפים כולל ספקטרום הפונונים של הגביש? כמה מהם אקוסטיים?
 ב. נתון כי לכל הענפים האקוסטיים יחס נפיצה זהה המקיים:
 $\omega(\vec{k}) = \omega_m \sin\left(\frac{|\vec{k}|a}{2}\right)$
 מה מהירות ההתפשטות של גלי קול בעלי אורך גל גדול בהרבה מ- a ?

- ג. בהינתן יחס הנפיצה הנ"ל, $\omega(\vec{k}) = \omega_m \sin\left(\frac{|\vec{k}|a}{2}\right)$, חשבו את פונקציית צפיפות המצבים של הפונונים, $D(\omega)$.

4. נתון גביש דו-ממדי מונו-אטומי בעל שריג מלבני (ראו תרשים). קבועי השריג, a ו- b , מקיימים $a < b < 2a$.



- א. חשבו את הביטוי עבור האנרגיה $\varepsilon(\vec{k})$ של אלקטרונים בפס האנרגיה הראשון בקרוב הקשר החזק.
- ב. מה הביטוי עבור $\varepsilon(\vec{k})$ סמוך לתחתית הפס (כלומר בגבול $1/b < 1/a$)?
- ג. בגבול של סעיף ב', מהי מהירות התבורה של אלקטרון הנע בכיוון x ושל אלקטרון הנע בכיוון y ? למי משניהם מסה אפקטיבית גדולה יותר?

בהצלחה!